



## Miljømæssige forskelle mellem tidsmæssige scenarier for dekommissionering af de nukleare anlæg på Risø-området

Jensen, Per Hedemann

*Publication date:*  
2002

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Jensen, P. H. (2002). *Miljømæssige forskelle mellem tidsmæssige scenarier for dekommissionering af de nukleare anlæg på Risø-området*. Risø Dekommissionering.

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# RISØ

Per Hedemann Jensen  
5. april 2002



## Miljømæssige forskelle mellem tidsmæssige scenarier for dekommissionering af de nukleare anlæg på Risø-området



---

Risø Dekommissionering

---



**Miljømæssige forskelle mellem tidsmæssige  
scenarier for dekommissionering af de  
nukleare anlæg på Risø-området**

**Forskningscenter Risø  
April 2002**

## Indhold

<b>1</b>	<b>Indledning</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Indhold af radioaktive stoffer i Risøs nukleare anlæg</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Scenarier for dekommissionering</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Miljømæssig betydning af en udskydelse af dekommissioneringen</b>	<b>4</b>
4.1	Arbejdsmiljømæssige påvirkninger . . . . .	4
4.2	Omegnsmiljømæssige påvirkninger . . . . .	5
4.2.1	Udslip under drift . . . . .	5
4.2.2	Udslip under uheld . . . . .	7
4.3	Mængder af radioaktivt affald . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Konklusioner</b>	<b>8</b>
	<b>Litteratur</b>	<b>10</b>

## 1 Indledning

Dekommissionering af Risøs nukleare anlæg har til formål at fjerne alle bygninger og alt udstyr, der ikke kan rengøres til et niveau, som opfylder reglerne for frigivelse til "green field" niveau. Ved "green field" forstås, at alle radioaktive dele er fjernet, mens selve bygningerne ikke behøver at blive revet ned, hvis målinger viser, at de er fri for radioaktiv forurening.

Et alternativ til en umiddelbar nedbrydning af et nukleart anlæg kunne være at foretage en vis rengøring af radioaktivt forurenede overflader, dræning af systemer med væsker, afbrydelse af driftssystemer, fjernelse af brugt brændsel og etablering af fysiske og administrative systemer til sikring af overvågning og adgangskontrol. Anlægget kunne herefter forsegles med henblik på en nedbrydning på et senere tidspunkt, der kan ligge mange årtier ude i fremtiden for eventuelt at drage fordel af reduktionen af de radioaktive stoffer som følge af henfald.

Konsekvenserne af en sådan udskydelse af nedbrydningen i forhold til et kort nedbrydningsscenario belyses i dette notat hvad angår eventuelle forskelle i (1) påvirkning af arbejdsmiljøet, (2) påvirkning af omgivelsesmiljøet og (3) mængden af radioaktivt affald.

## 2 Indhold af radioaktive stoffer i Risøs nukleare anlæg

Aktivitetsindholdet i Risøs nukleare anlæg i år 2000 er vist i nedenstående tabel 1<sup>1</sup>. De dominerende gamma-radionuklider i DR 3 er  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{154}\text{Eu}$  og tritium med halveringstider på 5 - 14 år. De dominerende radionuklider i Hot Cell anlægget er  $^{90}\text{Sr}$  og  $^{137}\text{Cs}$  med en halveringstid på omkring 30 år og transuraner med halveringstider fra mange hundreder til mange tusinder af år.

De dominerende radionuklider i Behandlingsstationen er  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  og transuraner. I Centralvejslageret befinder sig bl.a. ca. 233 kg bestrålet brændsel, der i form af ituskårne brændselsstave (kraftreaktorbrændsel) har været genstand for undersøgelser i betoncellerne på Hot Cell anlægget, samt kraftige  $^{60}\text{Co}$ -kilder. Den største aktivitetsmængde findes, som det fremgår af tabel 1, som tritium i tungt vand, der er oplagret i 200 liter tromler i kælderen under DR 2.

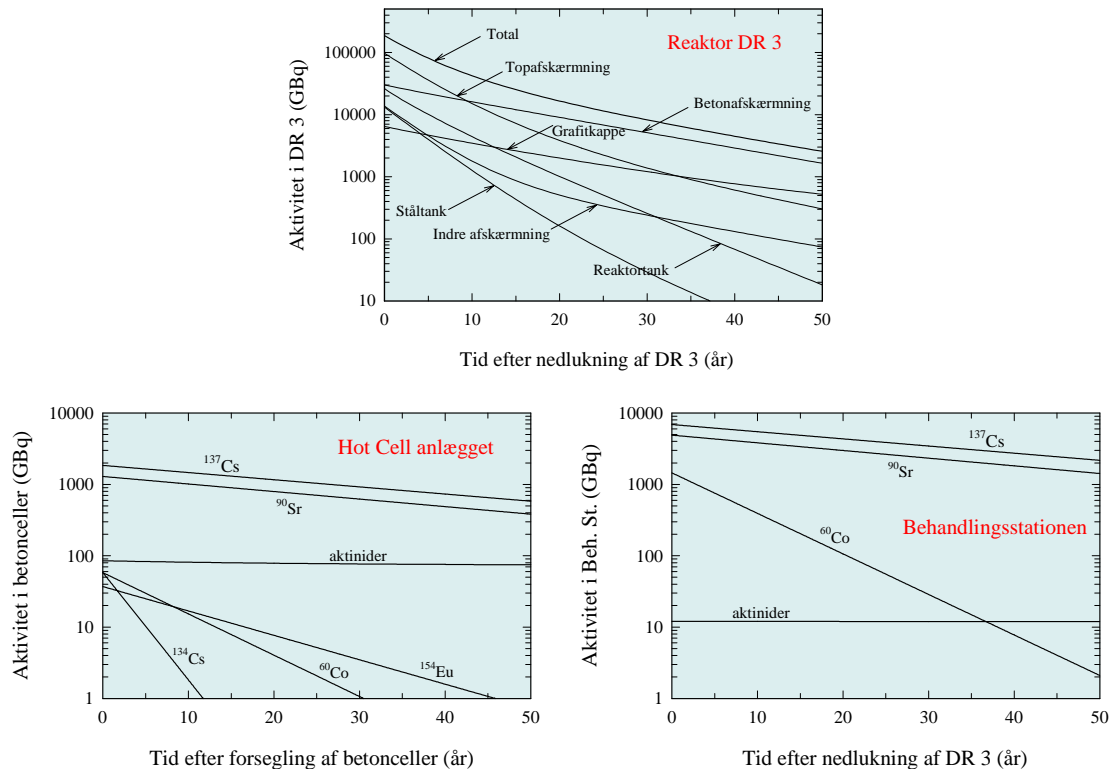
Tabel 1. Indhold af radioaktive stoffer i de nukleare anlæg på Risø i år 2000.

Anlæg	beta-/gamma-aktivitet [GBq]	alfa-aktivitet [GBq]
Centralvejslager	700 000	30 000
Lagerhal	4 800	-
Behandlingsstationen	8 500	10
DR 3	200 000	-
Hot Cell	3 000	100
DR 1	100	5
DR 2	60	-
DR 2 kælder	3 000 000	-

<sup>1</sup>I denne redegørelse anvendes enheden *GBq* (*giga-becquerel*) for aktivitet. Hver dansker indeholder ca. 0,00001 GBq (= 10000 Bq). Det årlige nedfald i Danmark af radioaktive isotoper dannet af den kosmiske stråling er omkring 200000 GBq, hovedsagelig i form af tritium, beryllium-7 og kulstof-14.

Aktivitetsindholdet i reaktor DR 1 befinder sig hovedsageligt i uranysulfat-opløsningen i reaktorkernebeholderen. Når denne opløsning er blevet aftappet, er det resterende aktivitetsindhold i konstruktionsdelene meget ringe. Også aktivitetsindholdet i reaktor DR 2 er relativt beskedent.

Reduktionen af aktivitetsindholdet i DR 3, Hot Cell og Behandlingsstationen som følge af radioaktivt henfald er vist på figur 1.



Figur 1. Aktivitetsindhold i DR 3, i betoncellerne på Hot Cell anlægget og i Behandlingsstationen (excl. Centralvejslageret) som funktion af tiden efter lukningen af reaktoren i 2000 og tiden efter forseglingen af betoncellerne i 1993.

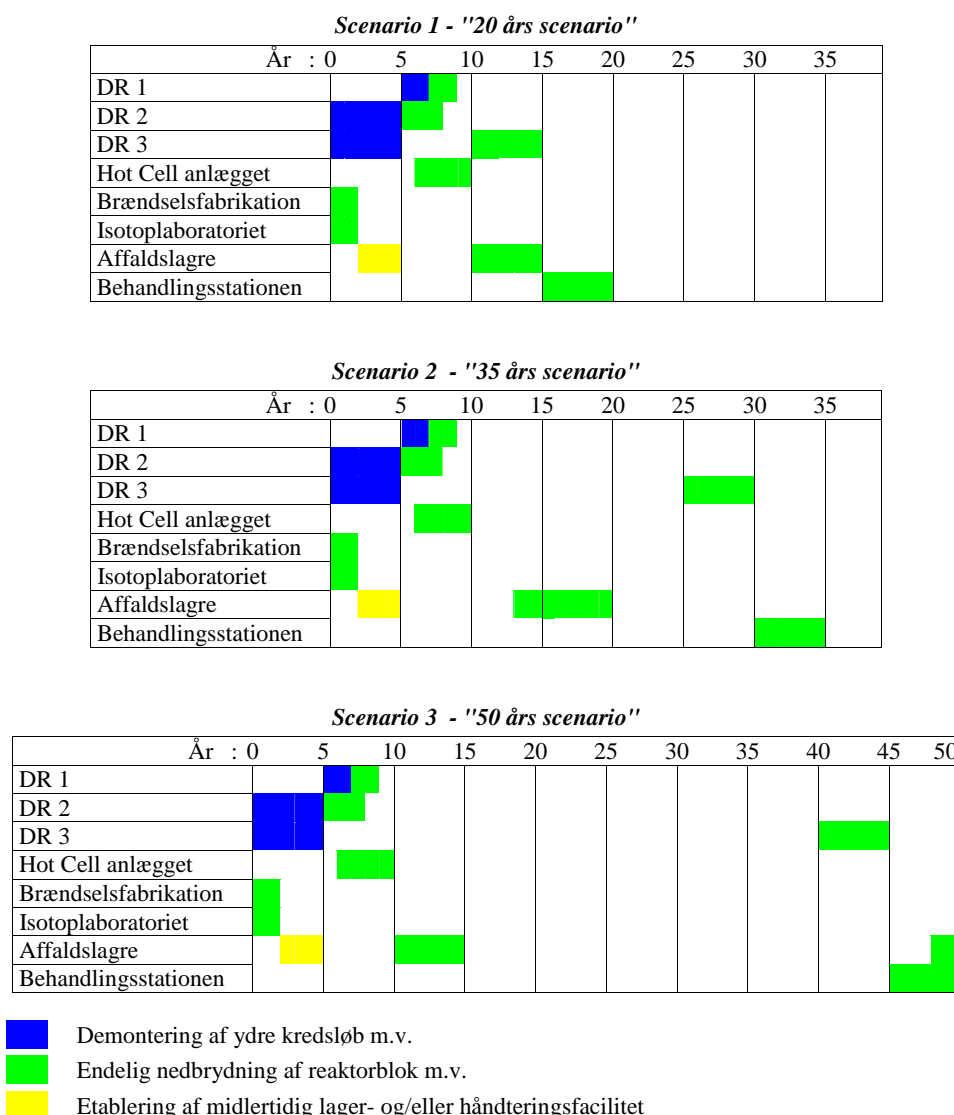
Det fremgår af figur 1, at hovedparten af aktiviteten i reaktor DR 3 befinder sig i topafskærmningen og i betonafskærmningen. Det fremgår endvidere af figur 1, at aktiviteten i betoncellerne på Hot Cell anlægget og på Behandlingsstationen aftager relativt langsomt med tiden, fordi de dominerende radioaktive stoffer har meget lange halveringstider.

### 3 Scenarier for dekommissionering

Fordi radioaktiviteten i de nukleare anlæg aftager med tiden, kunne det måske være en fordel at lade anlæggene henstå nogle år, inden man den endelige nedbrydning påbegyndes. Alternativer til en egentlig dekommissionering af de nukleare anlæg har også været nævnt i den offentlige debat, herunder om et eller flere af de nukleare anlæg på Risø ville være egnet til indretning som museum. En række af disse alternativer har været vurderet, og det er konkluderet, at ingen af disse udgør noget brugbart alternativ til en egentlig dekommissionering af anlæggene [1].

Tre forskellige scenarier med tidsforløb på henholdsvis 20, 35 og 50 år er blevet vurderet. Disse tidsforløb beskriver den periode, der forløber fra igangsættelse til afslutning af dekommissioneringsprojektet. I forbindelse med vurderingen af de tre scenarier er der lavet en opgørelse af de samlede omkostninger ved disse scenarier [2, 3], der er vist på figur 2.

Det fremgår af figur 2, at det korte scenario kunne gennemføres med en kontinuert indsats over 20 år, som det er vurderet til at ville vare. De to længere scenarier indeholder kortere eller længere perioder, hvor den væsentligste arbejdsaktivitet er overvågning af anlæggene og vedligeholdelse af bygningerne.



Figur 2. Scenarier for dekommissionering af Risøs nukleare anlæg. Bygning af et slutdepot for radioaktivt affald er ikke en del af dekommissioneringsprojektet, og planlægning og bygning af et sådant depot er derfor ikke medtaget i de viste scenarier.

Den nævnte undersøgelse [2] viser, at scenarierne er dyrere, jo længere de varer. Forklaringen herpå er, at der ikke har kunnet identificeres arbejdsopgaver, som vinder ved at vente, i den forstand at strålingen er aftaget så meget, at man kan arbejde direkte med emnerne frem for at bruge fjernbetjening. Selv efter 50 års henfaldstid vil de dele af reaktor DR 3, som i dag kræver fjernbetjening, stadigvæk kræve fjernbetjening. Forskellen i pris mellem de tre scenarier udgøres derfor af omkostningerne til at holde en organisation i gang og til drift og vedligeholdelse af bygninger og overvågning af anlæggene, som sikrer, at myndighedskrav bliver overholdt. Andre tidsmæssige scenarier kunne have været vurderet, men for at have sammenlignelighed med tidligere udarbejdede rapporter [1, 2, 3], er dette ikke gjort.

## 4 Miljømæssig betydning af en udskydelse af dekommissioneringen

De nukleare anlæg på Risø indeholder relativt store aktivitetsmængder, specielt Behandlingsstationen med lagre, Hot Cell anlægget og reaktor DR 3, jf. tabel 1. Da aktiviteten af sig selv bliver mindre med tiden på grund af radioaktivt henfald, bør det overvejes, om det ville være en fordel at lade tiden arbejde uden iøvrigt at gøre noget. Derved kunne dekommissioneringen måske gøres lettere og billigere samtidig med, at potentialet for påvirkning af både arbejdsmiljø og omgivelser ville blive reduceret. Dette vurderes i det efterfølgende.

For at kunne gennemføre en dekommissionering af de nukleare anlæg på Risø uden at skulle vente på bygning og ibrugtagning af et slutdepot for radioaktivt affald, er det nødvendigt at udvide kapaciteten for mellemlagring af færdigpakkede affaldsenheder med lav- og mellemaktivt affald. Det betyder, at der skal bygges et mellemlager til opbevaring af færdigpakkede affaldsenheder, indtil de kan anbringes i et endeligt slutdepot. Det vurderes derfor tillige, om mængderne af radioaktivt affald ville blive reduceret ved en udskudt dekommissionering som følge af radioaktivt henfald med et heraf følgende mindre behov for lagerkapacitet.

### 4.1 Arbejdsmiljømæssige påvirkninger

Under de forskellige arbejdsoperationer kræves en løbende helsefysisk overvågning og kontrol af den helsefysiske arbejds-hygge for at kunne holde strålingsudsættelsen af personalet på et passende lavt niveau - normalt ikke mere end 10 - 20% af de af myndighederne fastsatte dosisgrænser. Dette vil gælde, uanset om der vælges en tidlig eller en udskudt dekommissionering. I de situationer hvor der kan optræde høje strålings- og kontaminationsniveauer, vil der blive brugt specialudstyr for at nedsætte eksponeringen af personalet.

De indre konstruktionsdele i reaktor DR 3 har igennem 40 års drift været udsat for en intens bestråling med neutroner. Som følge heraf er disse dele blevet stærkt radioaktive, og de kan ikke skæres i mindre stykker i fri luft på grund af en meget høj strålingsintensitet fra den inducerede radioaktivitet. Det drejer sig først om fremmest om gammastrålingen fra bl.a.  $^{60}\text{Co}$ . Meget aktive dele, som f.eks. reaktortanken i DR 3 og betonafskærmningen omkring denne skal skæres i mindre dele med fjernbetjent udstyr, så disse mindre dele kan placeres i affaldscontainere uden at give personalet for store strålingsdoser, og således at der ikke bliver for høje strålingsniveauer uden på de enkelte affaldscontainere. Også fjernelsen af den indre forurening i de mest forurenede betonceller på Hot Cell anlægget kræver anvendelse af fjernbetjent udstyr og brug af åndedrætsværn ("frømandsudstyr").

Fjernbetjent udstyr omfatter f.eks. et skærebassin med vand i en dybde på 5 - 6 meter. Vand yder en god afskærmning mod gammastråling og muliggør ved sin gennemsigtighed, at skærende operationer kan udføres under flere meter vand. I et sådant bassin kan stærkt radioaktive konstruktionsdele derfor skæres i mindre stykker ved hjælp af specialfremstillet undervandsværktøj, hvorefter de kan tages op af bassinet og placeres i affaldscontainere uden større helsefysiske problemer. Robotudstyr til fjernbetjent sandblæsning (eller anden overfladebehandling) af de indre overflader i betoncellerne og efterfølgende opsamling ("støvsugning") af de radioaktive stoffer er et andet eksempel på fjernbetjent udstyr. Endelig er blyafskærmede containere ("flasker"), der er fremstillet specielt til at kunne udtage, rumme og aflevere stærkt radioaktive konstruktionsdele til videre bearbejdning et eksempel på fjernbetjent udstyr.

Aktivitetsindholdet i de nukleare anlæg, specielt i DR 3, i betoncellerne på Hot Cell



anlægget og i Centralvejslageret er så højt, at der selv med en køletid på 40 år fortsat er behov for at bruge fjernbetjent udstyr i forbindelse med nedbrydningen og overførslen til affaldsbeholdere. Nedbrydningen af reaktorerne DR 1 og DR 2 samt overførsel af tromlerne fra lagerhallen for lavaktivt affald til standardbeholdere kræver ikke brug af fjernbetjent udstyr; overførsel af affaldsenhederne fra Behandlingsstationens tromlelager og Centralvejslager kræver dog en vis form for fjernbetjent håndtering.

## 4.2 Omegnsmiljømæssige påvirkninger

Risøs nukleare anlæg har i løbet af deres driftsperiode på omkring 40 år kun haft en marginal påvirkning af omegnsmiljøet som følge af meget små udslip af radioaktive stoffer til omgivelserne fra den ordinære drift [4]. I forbindelse med nedbrydningen af de nukleare anlæg er der mulighed for, at mindre mængder af de radioaktive stoffer i anlæggenes konstruktionsdele kan undslippe til omegnsmiljøet, både som følge af de daglige arbejdsoperationer og som følge af unormale hændelser eller egentlige uheld. Herved kan den omkringboende befolkning blive udsat for små strålingsdoser.

Alle mennesker udsættes for strålingsdoser fra den “naturlige baggrundsstråling”, der består af stråling fra verdensrummet samt fra radioaktive stoffer i undergrunden, i atmosfæren og i mennesket.

Fra rummet rammes Jorden af kosmisk stråling, der består af atomkernepartikler. I Jordens atmosfære vekselvirker de kosmiske partikler med atmosfærens molekyler, og ved vekselvirkningerne dannes sekundær stråling og radioaktive stoffer, der kan nå ned til jordoverfladen og optages i mennesker og fødemidler. Radioaktive stoffer har også været på Jorden siden dens dannelse, og de findes i undergrunden, i vand, i luft, i byggematerialer, i fødemidler og i mennesker. Det er radioaktive stoffer med en meget lang halveringstid (op til flere milliarder år) samt deres radioaktive henfaldsprodukter. Den strålingsmæssigt mest betydningsfulde af de naturligt forekommende radioaktive stoffer er radon, der er en luftart, som kan trænge ind i huse fra undergrunden og fra byggematerialer.

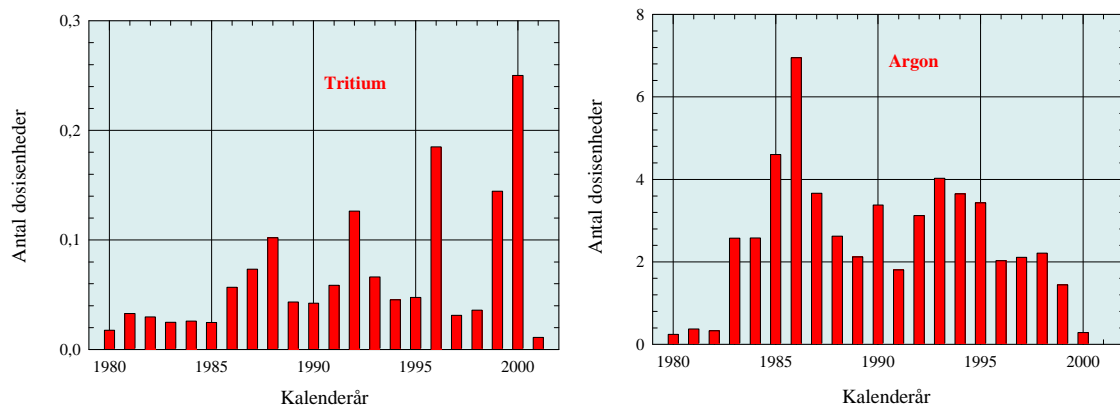
Den årlige strålingsdosis til den danske befolkning fra baggrundsstrålingen varierer mellem 2000 og 20000 dosisenheder<sup>2</sup>, afhængig af bopæl [5]. Den gennemsnitlige årlige strålingsdosis udgør omkring 3000 dosisenheder, sammensat af 2000 dosisenheder fra radon i huse, 400 dosisenheder fra fødemidler, 300 dosisenheder fra jord og byggematerialer og 300 dosisenheder fra den kosmiske stråling. Fra medicinsk bestråling modtager hver dansker i gennemsnit ca. 1000 dosisenheder pr. år.

### 4.2.1 Udslip under drift

Når de nukleare anlæg skal nedbrydes, skal planlægningen heraf omfatte strålingsbeskyttelse af befolkningen fra eventuelle udslip. Det betyder, at der skal fastlægges foranstaltninger til at begrænse eventuelle udslip, også selv om disse er mindre end de af myndighederne fastsatte udslipsgrenser, og der skal løbende monitoreres for eventuelle udslip. For reaktorerne DR 2 og DR 3 vil det være usandsynligt, at udslip under dekommissioneringen vil blive større end de konstaterede udslip i disse anlægs driftsperiode. De maksimale årlige doser til den nærmestboende befolkning fra driftsudslippene fra DR 2 og DR 3 samt fra Behandlingsstationen har været nogle få dosisenheder og ikke større end 10 dosisenheder. Mens Hot Cell og DR 1 var i drift, var der tale om meget små udslip af radioaktive stoffer fra disse anlæg. Figur 3 viser doserne til den nærmestboende befolkning fra driftsudslip af tritium og argon fra reaktor DR 3.

---

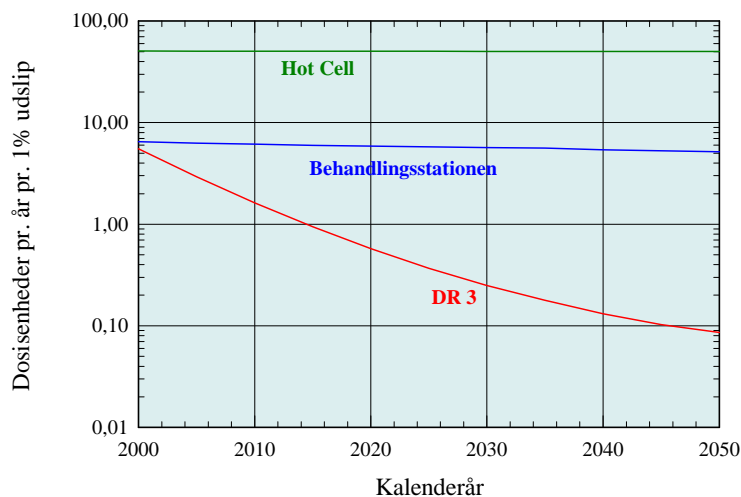
<sup>2</sup>I denne redegørelse defineres en dosisenhed som:  $1 \text{ dosisenhed} = 1 \text{ mikrosievert } (\mu\text{Sv})$



Figur 3. Årlige doser til den nærmestboende befolkning (kritisk gruppe) fra udslip af tritium og argon fra reaktor DR 3 i perioden 1980 - 2001.

Uden detaljerede risikovurderinger af nøje definerede dekommissioneringsoperationer på de nukleare anlæg er det ikke muligt at skønne størrelsen på eventuelle driftsudslip under nedrivningen af anlæggene. Sådanne vurderinger vil være prohibitivt ressourcekrævende. Til brug for vurderingen af de omegnsmiljømæssige konsekvenser af dekommissioneringen er der i stedet anvendt en metode, der kan belyse, hvor store doser den nærmestboende befolkning kan få ved frigivelse af en given brøkdel af anlæggenes indhold af radioaktive stoffer. Metoden giver samtidig mulighed for at skønne over de maksimale doser, der kan forekomme, svarende til at hele aktivitetsindholdet blev frigjort over en given periode.

Doser fra radioaktive stoffer, der frigøres til omgivelserne (til atmosfæren eller til Roskilde Fjord), kan beregnes på grundlag af atmosfæriske spredningsmodeller [6]. I modellerne tages der hensyn til forskellige meteorologiske og hydrologiske forhold som f.eks. vindhastighed og atmosfæriske stabilitetsforhold.



Figur 4. Årlig dosis til den nærmestboende befolkning fra et potentielt driftsudslip (dvs. hvis der skulle ske et udslip) på 1% pr. år af indholdet af radioaktive stoffer i DR 3, Hot Cell anlægget og Behandlingsstationen (excl. Centralvejslageret).

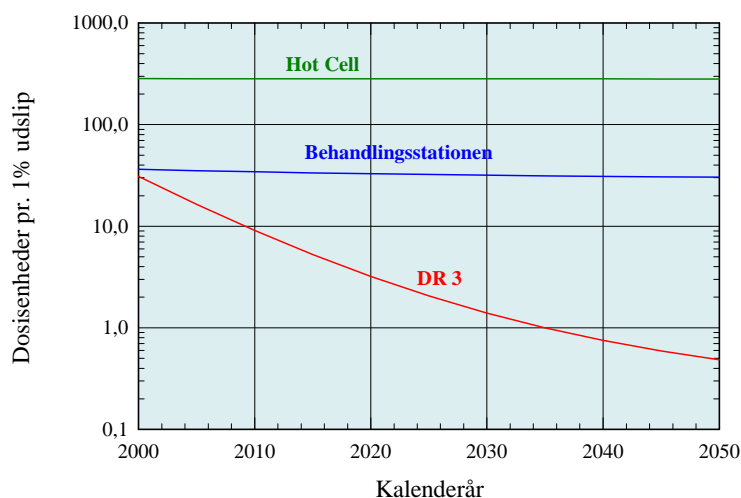
For de gennemsnitligt forekommende vejrforhold i Danmark (under hensyn til både skiftende vindretning, vindhastighed og atmosfærisk stabilitet) er der foretaget beregninger af dosis til den nærmestboende befolkning fra et atmosfærisk udslip på 1% af de enkelte anlægs indhold af radioaktive stoffer, frigjort jævnt over året [6]. Beregningerne er foretaget med forskellige køletider op til år 2050, og resultaterne er vist på figur 4.

Det fremgår af figur 4, at i år 2000 ville et årligt udslip på 1% af det totale indhold af radioaktive stoffer i DR 3 eller i Behandlingsstationen (excl. Centralvejslageret) give en dosis til de nærmestboende på 6 - 7 dosisenheder pr. år. Tilsvarende ville et årligt udslip på 1% af det totale indhold af radioaktive stoffer i Hot Cell anlægget give en dosis til de nærmestboende på ca. 50 dosisenheder pr. år. Et tilsvarende driftsudslip fra Centralvejslageret ville give væsentligt større årlige doser, hvilket skyldes Centralvejslagerets meget store indhold af langlivede aktinider.

Det fremgår endvidere af figur 4, at for Hot Cell og Behandlingsstationen sker der ikke nogen reduktion af den årlige dosis, selv om udslippet først sker efter mange årtiers køling, fordi doserne fra et udslip fra disse anlæg hovedsageligt stammer fra langlivede radioaktive stoffer. For DR 3 vil de årlige doser efter ca. 20 års køletid (år 2020) fra et årligt udslip af 1% af indholdet på dette tidspunkt derimod være reduceret til ca. 0,6 dosisenheder pr. år.

#### 4.2.2 Udslip under uheld

I løbet af de sidste 40 års drift af de nukleare anlæg er der kun forekommet to unormale hændelser med forøget udslip af radioaktive stoffer til omgivelserne. Det drejer sig om et udslip af omkring 70 GBq jod-131 fra Hot Cell anlægget i 1981 og tab af omkring 100 liter tungt vand på DR 3 med et indhold af ca. 30000 GBq tritium, der via Behandlingsstationens destillationsanlæg endte i Roskilde Fjord. Doserne fra disse udslip var af størrelsesordenen 1 dosisenhed til de mest udsatte personer i den omkringboende befolkning.



Figur 5. Dosis til den nærmestboende befolkning fra et potentielt uheldsudslip (dvs. hvis der skulle ske et udslip) på 1% af indholdet af radioaktive stoffer i DR 3, Hot Cell anlægget og Behandlingsstationen (excl. Centralvejslageret).

De samme modeller, som er anvendt til beregning af doser fra atmosfæriske driftsudslip [6], er her anvendt til beregninger af udendørs dosis til den nærmestboende befolkning fra uheldsudslip. I beregningerne forudsættes et uheldsudslip over kort tid på 1% af de enkelte anlægs indhold af radioaktive stoffer under de hyppigst forekommende vejrforhold i Danmark. Under mere ugunstige meteorologiske forhold kan doserne blive omkring ti gange større for det samme udslip. Beregningerne er foretaget med forskellige køletider op til år 2050, og resultaterne er vist på figur 5.

Det fremgår af figur 5, at i år 2000 ville et uheldsudslip på 1% af det totale indhold af radioaktive stoffer i DR 3 eller i Behandlingsstationen (excl. Centralvejslageret) give en udendørs dosis til de nærmestboende på 30 - 40 dosisenheder. Tilsvarende ville et uheldsudslip på 1% af det totale indhold af radioaktive stoffer i Hot Cell anlægget give en udendørs dosis til de nærmestboende på ca. 300 dosisenheder. Et tilsvarende uheldsudslip fra Centralvejslageret ville give væsentligt større doser, hvilket skyldes Centralvejslagerets meget store indhold af langlivede aktinider.

Det fremgår endvidere af figur 5, at for Hot Cell og Behandlingsstationen sker der ikke nogen reduktion af dosis, selv om udslippet først sker efter mange årtiers køling, fordi doserne fra et uheldsudslip fra disse anlæg hovedsageligt stammer fra langlivede radioaktive stoffer. For DR 3 vil dosis til de nærmestboende efter ca. 20 års køletid (år 2020) fra et uheldsudslip af 1% af indholdet på dette tidspunkt derimod være reduceret til ca. 3 dosisenheder.

### 4.3 Mængder af radioaktivt affald

Til brug for affaldet fra dekommissioneringen af de nukleare anlæg på Risø vil der være behov for en større affaldsbeholder end de tromler, der er godkendt til mellemlagring i Risø lagerbygninger for radioaktivt affald. En kasseformet betonbeholder er for øjeblikket under udvikling [7]. Hensigten er at kunne anvende denne standardbeholder til mellemlagring af dekommissioneringsaffald, således at nedtagning af de nukleare anlæg kan påbegyndes uden at skulle afvente, at et slutdepot er til rådighed. Der planlægges derfor opført et nyt mellemlager til disse affaldsbeholdere. Hensigten er endvidere, at den nye affaldsbeholder med sit indhold af affald på et senere tidspunkt - og forudsat myndighedernes godkendelse - direkte skal kunne overføres til et slutdepot. Beholderen skal også kunne bruges som ydre emballage omkring tromler og andre beholdere med allerede eksisterende affald, hvor dette er ønskeligt som følge af højt aktivitetsindhold, høj stråling eller af andre grunde. Affaldet fra dekommissioneringen af de nukleare anlæg antages at kunne pakkes i de ovenfor omtalte betonbeholdere, og det mest sandsynlige deponeringsbehov i et slutdepot er af størrelsesordenen 5000 m<sup>3</sup> affald.

En udskydelse af dekommissioneringen vil betyde, at aktivitetsindholdet i det radioaktive affald vil blive mindre som følge af radioaktivt henfald. Det betyder imidlertid ikke nødvendigvis, at behovet for lagerplads bliver mindre. Grunden hertil er, at affald med indhold af radioaktive stoffer defineres som radioaktivt affald, når koncentrationen er større end frigivelsesniveauerne for de forskellige radionuklider. I det radioaktive affald findes hovedparten af aktiviteten normalt i en mindre del af affaldet, mens resten er lavaktivt eller undertiden næsten helt inaktivt materiale. Dette forhold vil ikke ændre sig ved at udskyde dekommissioneringen, blot bliver koncentrationen af de radioaktive stoffer lavere i stort set den samme mængde affald.

## 5 Konklusioner

Der er i dette notat foretaget en række vurderinger til belysning af, om der er strålingsmiljømæssige forskelle mellem tidsmæssige scenarier for dekommissioneringen af de nukleare anlæg, herunder også om de radioaktive affaldsmængder afhænger af en tidlig eller udskudt dekommissionering. Konklusionerne af disse vurderinger kan sammenfattes som følger:

- (1) Nedbrydningen af de nukleare anlæg på Risø kan udsætte det involverede personale for strålingsdoser. Nogle anlæg indeholder meget aktivitet med en lang halveringstid,

og størrelsen af den potentielle eksponering af personalet bliver derfor ikke mindre inden for en 50 års periode. Fjernbetjent nedbrydning vil således være nødvendig i denne periode for de mest aktive komponenter i disse anlæg. Fjernbetjent nedbrydning er også nødvendig for de anlæg, hvor der sker en reduktion af aktiviteten efter nogle årtiers henfald, fordi der fortsat vil være meget høje strålingsniveauer ved de mest aktive dele af anlægget. *Konklusion: Der er kun marginal forskel på strålingsudsættelsen af personalet ved en umiddelbar eller en udsat nedbrydning, fordi fjernbetjent nedbrydning er nødvendig i begge tilfælde.*

- (2) Der kan forekomme udslip af radioaktive stoffer til omgivelserne under nedbrydningen af de nukleare anlæg, både i form af drifts- og uheldsudslip. Størrelsen af de potentielle doser til den nærmestboende befolkning er størst ved udslip fra de anlæg, der indeholder langlivet aktivitet. På en absolut skala udgør de potentielle årlige driftsdoser til denne befolkningsgruppe en lille brøkdel af den årlige dosis, alle danskere modtager fra den naturligt forekommende baggrundsstråling. De potentielle uheldsdoser kan blive af samme størrelsesorden eller nogle få gange den dosis, alle danskere modtager fra den naturligt forekommende baggrundsstråling. *Konklusion: Der er ingen forskel på de potentielle befolkningsdoser fra drift- og uheldsudslip ved en umiddelbar eller en udsat nedbrydning, fordi langlivede radioaktive stoffer dominerer dosisbilledet.*
- (3) Hovedparten af aktiviteten i de nukleare anlæg befinder sig i en mindre del af det radioaktive affald. Koncentrationen af radioaktive stoffer i dette affald vil selv efter mange årtiers køletid være større end koncentrationen for frigivelse som ikke-aktivt affald. *Konklusion: Mængden af radioaktivt affald ændres ikke ved en udskudt dekommissionering over nogle årtier, fordi koncentrationen i dette affald fortsat vil være større end frigivelseskoncentrationen.*

Der er således ingen miljømæssige fordele ved at udskyde dekommissioneringen af de nukleare anlæg på Risø, hverken hvad angår arbejds- og omgivelsesmiljømæssige forhold eller hvad angår affaldsmæssige forhold.

Set fra et samfundsøkonomisk synspunkt vil det i øvrigt ikke være hensigtsmæssigt at lade de nukleare anlæg henstå i en lang årrække, før man påbegynder en nedbrydning. Udskudt nedrivning vil blive dyrere, jo længere man venter, fordi der i ventetiden fortsat skal anvendes ressourcer til overvågning af anlæggene, og fordi selve nedrivningen ikke vil blive billigere ved en udskydelse.

## Litteratur

- [1] P. Hedemann Jensen, *Alternativer til dekommissionering af Risøs nukleare anlæg*. Risø Dekommissionering (2001).
- [2] K. Lauridsen (editor), *Decommissioning of the nuclear facilities at Risø National Laboratory. Descriptions and cost assessment*. Risø-R-1250(EN) (2001).
- [3] K. Iversen (editor), *Revised Cost Estimate for the Decommissioning of the Reactor DR 3*. Risø-R-1291(EN).
- [4] *Halvårlige rapporter til de nukleare sikkerhedsmyndigheder om udslip af radioaktive stoffer fra Risøs nukleare anlæg*. Forskningscenter Risø.
- [5] P. Hedemann Jensen, *Baggrundsstråling*. Den Store Danske Encyklopædi, Gyldendal, Bind 2, s. 254, 1995.
- [6] IAEA Safety Report Series No. 19, *Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment*, International Atomic Energy Agency, Vienna (2001).
- [7] *Teoretisk udredning af de tekniske krav til et dansk slutdepot for radioaktivt affald*. Dansk Dekommissionering, januar 2002.

